



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Acopndicionamiento de Señal y Sensores

|               |                                                                        |            |       |              |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura    | Acopndicionamiento de Señal y Sensores                                 |            |       |              |
| Código        | V04M141V01110                                                          |            |       |              |
| Titulacion    | Complementos Formativos. Máster Universitario en Ingeniería Industrial |            |       |              |
| Descriptores  | Creditos ECTS                                                          | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|               | 6                                                                      | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua        | Castellano                                                             |            |       |              |
| Impartición   | Gallego                                                                |            |       |              |
| Departamento  | Tecnología electrónica                                                 |            |       |              |
| Coordinador/a | Mariño Espiñeira, Perfecto                                             |            |       |              |
| Profesorado   | Mariño Espiñeira, Perfecto<br>Pastoriza Santos, Vicente                |            |       |              |
| Correo-e      | pmarino@uvigo.es                                                       |            |       |              |
| Web           | http://fatic.uvigo.es                                                  |            |       |              |

**Descripción general**

El propósito principal de esta asignatura es que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios acerca de los principios físicos y las técnicas que se aplican a los sensores utilizados por los sistemas de instrumentación electrónica para la medida de variables físicas; así como adquiera los conocimientos básicos de funcionamiento y este familiarizado con los parámetros de diseño de los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal y adquisición de datos: multiplexores y demultiplexores analógicos; amplificadores de instrumentación; amplificadores programables; amplificadores de aislamiento; filtros activos; circuitos de muestreo y retención; convertidores digital-analógicos y analógico-digitales; así como un conjunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso muy común en dicho contexto.

Los contenidos principales se ordenan de la siguiente forma:

- +Principios de funcionamiento y parámetros de diseño de los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal y adquisición de datos.
- +Circuitos electrónicos utilizados en el acondicionamiento de sensores:
  - Presentación de un conjunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso muy común en dicho contexto: circuitos de linealización, circuitos modificadores de nivel de señal. Circuitos adaptadores. Fuente de tensiones de referencia. Convertidores tensión-corriente. Interruptores y multiplexores analógicos, ...
  - Amplificadores en el acondicionamiento de sensores: amplificadores de instrumentación, amplificadores programables, y amplificadores de aislamiento.
  - Filtros activos.
  - Circuitos de muestreo y retención, convertidores digital-analógicos y analógico-digitales.
- +Interfaces entre sensores y procesadores digitales.
- +Análisis de los principales parámetros que caracterizan el comportamiento de los sensores.
- +Principios físicos fundamentales que intervienen en la comprensión de los diversos tipos de sensores.
- +Aplicaciones más relevantes de los sensores en los diferentes ámbitos de la instrumentación electrónica.

El objetivo fundamental de la parte práctica de la asignatura es que el alumno adquiera:

- +capacidad de análisis de los parámetros característicos de los sensores integrados en los sistemas de instrumentación electrónica.
- +habilidades prácticas tanto en el montaje de circuitos y de medida con los instrumentos de laboratorio, para poder distinguir y caracterizar los diferentes circuitos electrónicos estudiados, como en la identificación y resolución de errores en los montajes.

El alumno, al finalizar la asignatura, debe saber distinguir y caracterizar los diferentes sensores y sus principales campos de aplicación; y debe tener habilidades prácticas en el manejo de herramientas informáticas que faciliten el almacenamiento, visualización y análisis de datos obtenidos en los experimentos de laboratorio realizados con los sensores

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                            |
| A1     | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación. |

|     |                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A2  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. |
| C7  | CET7. Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.                                                                                |
| C18 | CTI7. Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.                                                                                                                                                      |

## Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                                                                   | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Conocer los principios de funcionamiento de distintos tipos de sensores y sus aplicaciones.                                                          | A1<br>A2<br>C7<br>C18                 |
| Conocer la estructura general de un circuito de acondicionamiento.                                                                                   | A1<br>A2<br>C7<br>C18                 |
| Comprender los parámetros de especificación y diseño de circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.                                        | A1<br>A2<br>C7<br>C18                 |
| Conocer las estructuras de los sistemas de adquisición de datos.                                                                                     | A1<br>A2<br>C7<br>C18                 |
| Conocer y saber utilizar herramientas informáticas para el análisis, visualización y almacenamiento de la información suministrada por los sensores. | A1<br>A2<br>C7<br>C18                 |

## Contenidos

| Tema                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 1: Sistemas de adquisición de datos.                         | Introducción. Circuitos acondicionadores entre sensores de salida analógica y un procesador digital. Circuitos acondicionadores entre sensores de salida digital y un procesador digital. Tipos de sistemas de adquisición de datos. Aplicaciones con circuitos acondicionadores reales. Circuitos integrados comerciales.                                                                                         |
| Tema 2: Interfaces entre sensores y procesadores digitales.       | Definición. Sistemas industriales. Clasificación de los interfaces entre sensores y un procesador digital. Conexión con aislamiento galvánico. Conceptos básicos de comunicaciones. Transmisión en banda base digital. Fabricación integrada por computador. Buses de campo.                                                                                                                                       |
| Tema 3: Amplificadores para el acondicionamiento de sensores.     | Introducción. Características de los amplificadores operacionales. Imperfecciones estáticas del amplificador operacional real. Imperfecciones dinámicas del amplificador operacional real. Amplificador operacional real compensado internamente. Filtros analógicos. Filtros analógicos activos. Filtros analógicos activos de capacidades conmutadas. Programas de diseño de filtros asistido por computador.    |
| Tema 4: Acondicionamiento de sensores: Amplificadores especiales. | Necesidad de amplificadores especiales. Clasificación de los amplificadores especiales. Amplificador de instrumentación. Amplificador de instrumentación programable. Amplificadores con autocorrección de la deriva. Amplificador de aislamiento. Amplificador de transconductancia. Amplificador de transimpedancia. Amplificador logarítmico.                                                                   |
| Tema 5: Circuitos acondicionadores de sensores analógicos (1).    | Definición. Circuitos adaptadores. Linealización analógica. Puente de alterna capacitivo. Circuitos amplificadores para sensores moduladores. Acondicionamiento de sensores optoelectrónicos. Amplificador electrométrico. Amplificador de carga con sensores piezoeléctricos.                                                                                                                                     |
| Tema 6: Circuitos acondicionadores de sensores analógicos (2).    | Circuitos de excitación. Fuente de tensión de referencia. Fuente de corriente. Circuitos generadores de señales. Circuitos convertidores de parámetro y formato. Convertidores de tensión en corriente. Convertidores de corriente en tensión. Convertidores Digital-Analógico. Convertidores Analógico-Digital. Convertidores del formato analógico al temporal. Convertidores del formato temporal al analógico. |

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 7: Introducción a los sensores.                                                                                  | Sistema de medida. Concepto de sensor. Características generales de los sensores. Clasificación según el tipo de mensurando. Características estáticas. Características dinámicas. Características mecánicas. Características de fiabilidad.                                                                                                                                                                       |
| Tema 8: Sensores resistivos de temperatura y Galgas extensométricas.                                                  | Tipos de sensores resistivos. Potenciómetros. Galgas extensométricas. Aplicaciones de las Galgas extensométricas. Sensores resistivos metálicos. Termistores. Aplicaciones de los sensores resistivos. Circuitos básicos de acondicionamiento de los sensores resistivos.                                                                                                                                          |
| Tema 9: Sensores fotorresistivos, optoelectrónicos y otros sensores resistivos.                                       | Tipos de fotorresistencias. Aplicaciones de las fotorresistencias. Sensores optoelectrónicos. Sensores de imágenes. Fotomultiplicadores. Aplicaciones de los sensores optoelectrónicos. Codificadores de posición. Sensores magnetorresistivos. Higrómetros. Detectores de gases. Sensores de conductividad en líquidos. Sensores de intensidad.                                                                   |
| Tema 10: Sensores Capacitivos, Sensores Inductivos y Magnéticos.                                                      | Sensores de condensador variable. Sensores de condensador variable diferencial. Circuitos de acondicionamiento de sensores capacitivos. Sensores capacitivos detectores de objetos. Tipos de sensores inductivos. Sensores inductivos de inductancia variable. Sensores inductivos de reluctancia variable. Sensores de corrientes de Foucault. Sensores electromagnéticos. Sensores de efecto Hall.               |
| Tema 11: Sensores generadores.                                                                                        | Tipos de sensores generadores. Termoelectricidad. Termopares. Piezoelectricidad. Circuitos acondicionadores de sensores piezoeléctricos. Piroelectricidad. Acondicionamiento de sensores piezoeléctricos. Sensores fotovoltaicos. Sensores electroquímicos.                                                                                                                                                        |
| Tema 12: Sensores de ultrasonidos.                                                                                    | Fundamentos. Propagación en medios homogéneos. Generación de ultrasonidos. Tipos de sensores de ultrasonidos. Aplicación a la detección de objetos inmóviles. Aplicación a la detección de objetos móviles. Caudalímetros.                                                                                                                                                                                         |
| Práctica 0.A: Programación de sistemas de instrumentación electrónica (LabVIEW) I.                                    | Introducción a LabVIEW mediante ejemplos de programación. Familiarización con el entorno y la ejecución de flujo de datos de LabVIEW: paneles frontales, diagramas de bloques, e iconos y conectores. Trabajar con tipos de datos como arrays y clusters. Bucles en LabVIEW: estructuras While y For.                                                                                                              |
| Práctica 0.B: Programación de sistemas de instrumentación electrónica (LabVIEW) II.                                   | Introducción a LabVIEW mediante ejemplos de programación. Funciones matemáticas. Toma de decisiones: estructura Case. Salvar y cargar datos. Mostrar y editar resultados: controles e indicadores, gráficos y diagramas, temporización del bucle. Crear y salvar programas en LabVIEW de modo que puedan ser usados como subrutinas: SubVIs. Crear aplicaciones que utilicen dispositivos de adquisición de datos. |
| Práctica 1: Circuitos auxiliares.                                                                                     | Montaje y verificación de un circuito que se comporta como fuente de tensión de referencia. Montaje y verificación de un circuito que se comporta como fuente de corriente.                                                                                                                                                                                                                                        |
| Práctica 2: Amplificador de instrumentación.                                                                          | Montaje y análisis de un amplificador de instrumentación basado en tres operacionales a partir de componentes discretos. Montaje y análisis de un amplificador de instrumentación comercial con ganancia ajustable por potenciómetro.                                                                                                                                                                              |
| Práctica 3: Amplificador de aislamiento.                                                                              | Montaje de un circuito que utilizando un optoacoplador lineal IL300 permita realizar el acoplamiento óptico de señales analógicas en el rango de 0 a 5 voltios. Modificar el montaje para que puedan aplicarse señales bipolares a su entrada.                                                                                                                                                                     |
| Práctica 4: Filtros activos.                                                                                          | Montaje de un filtro activo. Identificación de la topología, el orden, y el tipo de filtro. Calcular su frecuencia de corte teórica. Comprobación de su respuesta en frecuencia utilizando el generador de funciones y el osciloscopio. Representar la magnitud de la respuesta en frecuencia del filtro (diagrama de magnitud de Bode).                                                                           |
| Práctica 5: Sistema de medida de una variable física basada en un sensor comercial.                                   | Diseño del circuito de acondicionamiento de un sistema de medida basado en un sensor comercial a partir de los circuitos utilizados y las habilidades adquiridas en las prácticas previas.                                                                                                                                                                                                                         |
| Práctica 6: Estimación y análisis de los parámetros característicos de una tarjeta de adquisición de datos comercial. | Estimación de dichos parámetros en los canales de entrada/salida analógicos/digitales de una tarjeta de adquisición de datos comercial.                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Planificación              |                |                      |               |
|----------------------------|----------------|----------------------|---------------|
|                            | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
| Actividades introductorias | 1              | 1                    | 2             |
| Sesión magistral           | 28             | 35                   | 63            |
| Prácticas de laboratorio   | 16             | 24                   | 40            |
| Pruebas de tipo test       | 3              | 42                   | 45            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| <b>Metodologías</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Actividades introductorias | Toma de contacto y presentación de la asignatura. Presentación de las prácticas de laboratorio y de la instrumentación y software a utilizar. En estas clases se trabajarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sesión magistral           | Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio. El estudiante, mediante trabajo autónomo, deberá aprender los conceptos introducidos en el aula y preparar los temas sobre la bibliografía propuesta. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Prácticas de laboratorio   | Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. El estudiante adquirirá las habilidades básicas relacionadas con el manejo de la instrumentación de un laboratorio de instrumentación electrónica, la utilización de las herramientas de programación y el montaje de circuitos propuestos. El estudiante adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de laboratorio, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18. |

| <b>Atención personalizada</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Prácticas de laboratorio      | Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación. |
| Sesión magistral              | Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio.                                     |

| <b>Evaluación</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                       |           |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |           |
| Prácticas de laboratorio | Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante sobre los contenidos de las prácticas de laboratorio de la asignatura. Para ello, se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado durante las sesiones en el laboratorio. La nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas prácticas se evaluarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18. | 40           | A1<br>A2                              | C7<br>C18 |
| Pruebas de tipo test     | Pruebas que se realizarán después de cada grupo de temas expuestos en las sesiones magistrales para evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante. La nota final de teoría (NFT) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas pruebas se evaluarán las competencias CB1, CB2, y CE18.                                                                                                                                  | 60           | A1<br>A2                              | C18       |

## **Otros comentarios sobre la Evaluación**

### **1. Evaluación continua**

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá a los alumnos que cursen esta asignatura un sistema de evaluación continua.

La asignatura se divide en dos partes: teoría (60%) y práctica (40%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan.

#### **1.a Teoría**

Se realizarán 2 pruebas parciales de teoría (PT) debidamente programadas a lo largo del curso. La primera prueba se realizará en horario de teoría y será comunicada a los alumnos con suficiente antelación. La segunda prueba se realizará el mismo día que el examen final que se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Las pruebas no son recuperables, es decir, que si un estudiante no puede asistir el día en que estén programadas el profesor no tiene obligación de repetirlas.

Cada prueba parcial constará de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o de desarrollo de temario. La nota de cada prueba parcial de teoría (PT) se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos. La nota final de teoría (NFT) será la media aritmética de las notas de los parciales:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2$$

Para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de ellas. Si se ha obtenido menos de 5 puntos de 10 en la primera prueba parcial, el alumno podrá recuperar dicha parte el mismo día de la segunda prueba parcial de teoría.

### **1.b Práctica**

Se realizarán 8 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas. Cada una de las 8 prácticas se evaluará únicamente el día de la práctica.

Para la valoración de la parte práctica se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado durante las sesiones en el laboratorio. Cada práctica se valorará con una nota (NP) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0. La nota final de las prácticas (NFP) será la media aritmética de las notas de las prácticas:

$$NFP = \text{Suma}(NP_i)/8; i = 1, 2, \dots, 8.$$

### **1.c Nota final de la asignatura**

En la nota final (NF), la nota de teoría (NFT) tendrá un peso del 60% y la nota de prácticas (NFP) del 40%. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,6 \cdot NFT + 0,4 \cdot NFP$$

En el caso de no haber superado alguna la parte de teoría ( $NFT < 5$ ), o de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en cada una de las pruebas parciales de teoría, la nota final será la mínima de las notas obtenidas en las dos pruebas parciales:

$$NF = \min( \{PT1; PT2 \} )$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## **2. Examen final**

Los alumnos que no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen final que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, los estudiantes que no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar una prueba teórica que podrá contener preguntas relacionadas con los contenidos desarrollados en las prácticas de laboratorio.

El examen teórico consistirá en dos pruebas que constarán de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o de desarrollo de temario. Cada prueba (PT) se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de teoría (NFT) será la media aritmética de las notas de las pruebas parciales:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2$$

Los alumnos que no hayan realizado las prácticas de la asignatura tendrán una nota final de prácticas (NFP) de 0 puntos.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las dos pruebas de teoría. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,6 \cdot NFT + 0,4 \cdot NFP$$

En el caso de no haber superado alguna la parte de teoría ( $NFT < 5$ ), o de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en cada una de las pruebas parciales de teoría, la nota final será la mínima de las notas obtenidas en las dos pruebas parciales:

$$NF = \min( \{PT1; PT2 \} )$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## **3. Sobre la convocatoria de recuperación (julio)**

La convocatoria extraordinaria de Julio constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Tendrá el mismo formato que el examen final y se celebrará en la fecha que establezca la dirección

de la Escuela.

A los estudiantes que se presenten a esta convocatoria se les conservará la nota que hayan obtenido en la convocatoria ordinaria (evaluación continua o examen final) en las partes a las que no se presenten. Además, en esta convocatoria los estudiantes sólo podrán presentarse a aquellas pruebas que no hayan superado en la convocatoria ordinaria.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

#### 4. Compromiso ético

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, u otros) se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).

---

#### Fuentes de información

##### Bibliografía Básica

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª ed., Editorial Garceta, 2013

Franco, S., **Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos**, 3ª ed., McGraw-Hill, 2004

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2014

Norton, H.N., **Sensores y analizadores**, Gustavo Gili D.L., 1984

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª ed., Marcombo D.L., 2003

Pallás Areny, R., Casas, O., y Bragó, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal. Problemas resueltos**, Marcombo D.L., 2008

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín F.C., y Grillo Ortega, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed., Thomson, 2004

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2012

##### Bibliografía Complementaria

del Río Fernández, J., Shariat-Panahi, S., Sarriá Gandul, S., y Lázaro, A.M., **LabVIEW: Programación para Sistemas de Instrumentación**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2011

---

#### Recomendaciones

#### Otros comentarios

Requisitos: Para matricularse de esta materia es necesario tener superado o bien estar matriculado de todas las materias de los cursos inferiores al curso en el que está emplazada esta materia.